

5 Umwelt

5.1 Wasser

Matthias Egger, Claudia Kuehni

Das Anrecht auf sauberes Wasser gehört zu den grundlegenden Menschenrechten. Sauberes Trinkwasser und ein funktionierendes Abwassersystem sind von zentraler Bedeutung für die menschliche Gesundheit und daher entscheidende Komponenten einer wirksamen Politik zum Schutz der Gesundheit. Wichtige Aspekte sind hierbei die *mikrobiologische Qualität* des Wassers und das Vorhandensein von genügend Wasser für persönliche Hygiene und Lebensmittelhygiene (*Quantität*).

In diesem Abschnitt erörtern wir die Bedeutung der *Trinkwasserversorgung* sowie der *Abwasserentsorgung* für die Prävention von Infektionskrankheiten weltweit. Anschließend gehen wir auf mögliche chemische Verunreinigungen des Trinkwassers ein und betrachten die Trinkwasseraufbereitung und -qualitätskontrolle im deutschsprachigen Raum.

Schweizerische Lernziele: CPH 44, CPH 58

5.1.1 Die zentrale Bedeutung von Wasser und Abwasser für die menschliche Gesundheit

Eine sichere, erschwingliche Trinkwasserversorgung sowie ein Kanalisationssystem zur Entsorgung von Fäkalien und Schmutzwasser gehören zu den wichtigsten Voraussetzungen für die Gesundheit in der Bevölkerung. Als erste Stadt Europas war Wien im Jahre 1739 vollständig kanalisiert. Aufgrund des starken Bevölkerungswachstums im 19. Jahrhundert wurde dann auch in den meisten anderen europäischen Städten mit dem Bau von Abwasseranlagen begonnen. Vorreiter war England: Nach mehreren Choleraepidemien wurde 1848 ein Gesetz erlassen (*Public Health Act*), das zum Ziel hatte, den Bau von Wasserleitungen und Kanalisationssystemen zu fördern. Bemerkenswert hierbei ist, dass zu jener Zeit weder der Erreger noch die Übertragungswege der Cholera bekannt waren. In Berlin war *Rudolf Virchow* (1821–1902) maßgeblich an der Planung der örtlichen Kanalisation und Trinkwasserversorgung beteiligt. In der Schweiz subventionierten die kantonalen Feuerversicherungen den Bau von Wasserleitungen.

Nach Angaben der *WHO* haben heute zwar 80–90% der Weltbevölkerung Zugang zu sicherem Trinkwasser, aber nur etwa 40% haben Zugang zu adäquaten sanitären Anlagen. Eine qualitativ und/oder quantitativ ungenügende Wasserversorgung, ungenügende Hygiene und fehlende sanitäre Einrichtungen sind für etwa 7% der globalen Krankheitslast (*Burden of Disease*) und 20% der Sterblichkeit bei Kindern verantwortlich (s. Kap. 9.1.2). Durch schmutziges Wasser und Wassermangel sterben mehr Menschen als an Aids, Malaria und Masern zusammen. Die Kontamination des Trink-

wassers durch Krankheitserreger ist hierbei weltweit das größte Problem. Chemische Verunreinigungen sind in vielen Teilen der Welt von geringerer Bedeutung. Wassermangel verursacht Konflikte oder lässt sie eskalieren, wie z. B. im Nahen Osten zwischen Israel und Palästina, unter den Anrainerstaaten des Nils oder in Indien (s. Kap. 9.2.5). In den nächsten Jahrzehnten wird dieses Problem aufgrund des Klimawandels weiter zunehmen (s. a. Kap. 5.5). Im Jahr 2010 haben die Vereinten Nationen den Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu sanitären Einrichtungen als ein Menschenrecht anerkannt. Die Verbesserung der sanitären Situation ist darüber hinaus ein Millennium-Entwicklungsziel (s. Kap. 9.3.1).

5.1.2 Krankheitserreger

Wasser kann direkt oder indirekt an der Übertragung von Krankheitskeimen beteiligt sein (s. Tab. 5.1). Dem *fäko-oralen Übertragungsweg* kommt hierbei die größte Bedeutung zu. Direkt durch kontaminiertes Wasser übertragen werden z. B. *Cholera-Bakterien* und das *Norovirus*. Bei Wassermangel können aufgrund mangelnder persönlicher Hygiene oder unsauberem Umgang mit Lebensmitteln z. B. *Shigellen* übertragen werden. Es gibt eine ganze Reihe von Erregern, die sowohl über verschmutztes Wasser als auch über unsaubere Lebensmittel weitergegeben werden (z. B. *Kryptosporidien*). Rotavirusinfektionen, die wegen der raschen Dehydratation besonders bei Kleinkindern und Säuglingen gefürchtet sind, entstehen entweder als Schmierinfektion oder werden durch verschmutzte Lebensmittel bzw. verunreinigtes Wasser (Trinkwasser, Schwimmbadwasser) ausgelöst. Andere Erkrankungen werden durch im Wasser lebende Vektoren übertragen (z. B. Wasserschnecken bei der *Schistosomiasis*) oder durch Vektoren, welche Zugang zu Wasser benötigen (z. B. Stechmücken bei der *Malaria*). Das Einatmen von mit *Legionellen* kontaminiertem Wasserdampf führt zur Legionärskrankheit (vgl. auch Kap. 2.1.2 und Kap. 8.3.5).

Tab. 5.1: Infektionen mit engem Bezug zu Wasser.

Übertragung	Beschreibung	Beispiele
Kontaminiertes Wasser	Gastrointestinale Infektion in Folge fäkaler Kontamination des Trinkwassers	Typhus, Cholera, Giardiasis, Infektionen mit <i>Campylobacter</i> , <i>Norovirus</i> , enterotoxischen <i>E.coli</i> , <i>Cryptosporidium</i> etc.
Mangelnde Hygiene	Infektionen, die sich ausbreiten, wenn zu wenig Wasser für persönliche Hygiene und Lebensmittelhygiene zur Verfügung steht	Shigellose, Trachom, Skabies
Vektor lebt im Wasser	Infektionen, die durch Vektoren übertragen werden, welche einen Teil ihres Lebenszyklus' im Wasser verbringen	Schistosomiasis, Drakunkulose
Vektor benötigt Wasser	Infektionen, die durch Vektoren übertragen werden, welche Zugang zu Wasser benötigen	Malaria, Onchozerkose, Trypanosomiasis

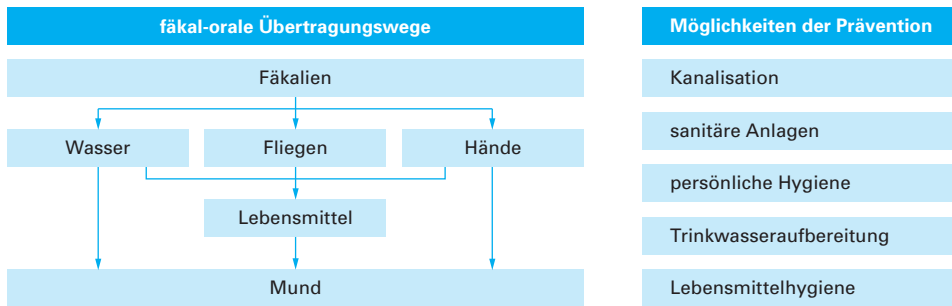


Abb. 5.1: Fäkal-orale Übertragungswege und dort ansetzende Möglichkeiten der Prävention.

Abb. 5.1 illustriert die fäko-oralen Übertragungswege und zeigt mögliche Ansatzpunkte der Prävention. Durch sanitäre Einrichtungen und Abwassersysteme können Fäkalien nicht in Kontakt mit Trinkwasser, Fliegen und Händen gelangen. Regelmäßiges Waschen der Hände – eine von Laien wie Medizinern in ihrer Public-Health-Bedeutung oft unterschätzte Maßnahme! – und hygienischer Umgang mit Lebensmitteln verhindert deren Kontamination (s. Kap. 8.4.3). Schließlich führt die Aufbereitung und Desinfektion von Wasser zu sicherem Trinkwasser.

Menschen können auch über Badegewässer in Kontakt mit Krankheitserregern kommen. So sind beispielsweise die Seen der Norddeutschen Tiefebene von Natur aus schon sehr nährstoffreich. Mit dem Urin der Badegäste und den Sonnencremes gelangen weitere Nährstoffe ins Wasser. Die im Wasser lebende *Cyanobakterien* („Blaualgen“) können sich dadurch stark vermehren. Ihre Toxine können Hautausschläge, Durchfall, Leberschäden, Krämpfe und Lähmungserscheinungen verursachen. Der Kontakt mit ihnen kann darüber hinaus zu Allergien führen.

5.1.3 Chemische Verunreinigungen

Für die Qualität des Trinkwassers sind verschiedene Chemikalien von besonderer Bedeutung.

Nitrat und *Nitrit* sind gut wasserlösliche Nährstoffe, die in Landwirtschaft und Garten als Dünger verwendet werden. Im Wasser sind sie ineinander umwandelbar. Wird Nitrat in größerer Menge in den menschlichen Körper aufgenommen, führt dies zur Oxidation des Sauerstoff transportierenden Hämoglobins in den roten Blutkörperchen (es entsteht Methämoglobin) und in extremen Fällen durch die Unterversorgung des Körpers mit Sauerstoff zur Zyanose und zum Tod des Betroffenen. Für Säuglinge besteht ab einem Grenzwert von 50 mg Nitrat pro Liter Trinkwasser akute Gesundheitsgefahr (*Blue Baby Syndrome*). Dieser von WHO und EU festgelegte Grenzwert berücksichtigt nicht die langfristigen Risiken, die durch die Bildung von krebserregenden Nitrosaminen aus Nitriten im sauren Milieu des Magens entstehen.

Eine Kontamination des Trinkwassers mit *Arsen* hat in der Regel geologische Ursachen, seltener sind gewerbliche Aktivitäten (Mülldeponien, Gerbereien, Braunkohle) hierfür verantwortlich. In Westbengalen (Indien), Bangladesh und Thailand wird aufgrund von arsenhaltigen Erzen in den oberen Bodenschichten der von der WHO empfohlene Grenzwert von 10 µg/l im Grundwasser deutlich überschritten. Fatalerweise wurden dort viele der Brunnen, die arsenhaltiges Grundwasser fördern, zuvor mit inter-

nationaler Unterstützung gegraben. Man wollte hierdurch vom Oberflächenwasser, das mit Krankheitserregern kontaminiert war, auf das vermeintlich sichere Grundwasser wechseln. Auch in alpinen Gebieten der Schweiz und Österreichs sind höhere Arsenkonzentrationen im Trinkwasser möglich. Der Grenzwert liegt in der Schweiz bei 50 µg/l, in Deutschland und Österreich bei 10 µg/l. Das Trinken von arsenhaltigem Wasser über einen längeren Zeitraum ruft charakteristische Hautveränderungen hervor und kann zu Krebserkrankungen (in Harnblase, Niere, Lunge) führen.

Hohe Konzentrationen von *Fluorid* sind toxisch. Sie führen bei ständiger Aufnahme u.a. zu einer Verfärbung der Zähne und später zu Knochenveränderungen bis hin zu einer völligen Versteifung der Knochen und Gelenke. Hohe Fluoridkonzentrationen im Grundwasser finden sich z. B. in Ostafrika, Indien und Mexiko. Sowohl die Schweiz als auch Deutschland haben den von der WHO festgelegten Grenzwert (in der Schweiz: Toleranzwert) von 1,5 mg/l übernommen. In einigen Ländern mit niedrigen Fluoridkonzentrationen im Grundwasser (z. B. USA, Australien, Brasilien) ist die *Trinkwasserfluoridierung* durch Zugabe von 1 mg/l zur Kariesprophylaxe gebräuchlich. Wie in den meisten anderen europäischen Ländern wird das Trinkwasser in Deutschland, Österreich und der Schweiz nicht (oder nicht mehr) fluoridiert.

Zu einer erhöhten *Blei*-Konzentration im Trinkwasser (Grenzwert 10 µg/l) kommt es v. a. durch die Verwendung von bleihaltigen Leitungsrohren und Armaturen bei einem niedrigen pH-Wert des Leitungswassers. Blei hemmt die Blutbildung und schädigt das Nervensystem. Besonders gefährdet sind Ungeborene und Kleinkinder.

5.1.4 Trinkwasseraufbereitung und -kontrolle im deutschsprachigen Raum

Die Trinkwasserversorgung fällt in Deutschland in den Kompetenzbereich der Gemeinden, Aufsicht führen die Bundesländer. In der Schweiz sind die Kantone für die Trinkwasserversorgung verantwortlich. Trinkwasser wird aus verschiedenen Rohwässern gewonnen (Grundwasser, Quellwasser, Fluss- und Seewasser). Die meisten Bundesländer und Kantone greifen dabei überwiegend auf Grundwasser zurück. Eine Ausnahme bildet Nordrhein-Westfalen, das sein Trinkwasser überwiegend aus Rhein und Ruhr gewinnt. Bei der Erzeugung von Trinkwasser sind die gesetzlichen Vorgaben (in Deutschland und Österreich: Trinkwasserverordnung; in der Schweiz: verschiedene Verordnungen zum Lebensmittelgesetz) maßgebend. Für die Gewinnung aus Grundwasser ist es oft ausreichend, Eisen- und Kalkgehalt des Wassers zu korrigieren. Bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser müssen hingegen mehrere Schritte durchlaufen werden. Nach der mechanischen Vorreinigung mit Rechen und Siebanlagen werden über verschiedene Filterstufen ungelösten Substanzen abgetrennt, anschließend wird das Wasser noch desinfiziert.

Trinkwasser ist bei uns das am intensivsten kontrollierte Lebensmittel. Die Qualitätsanforderungen an Trinkwasser sind höher als an industriell abgepacktes Mineralwasser. Die WHO orientiert sich bei der Festlegung von Grenzwerten für mögliche Schadstoffe im Trinkwasser am *Vorsorgeprinzip*. Sie verlangt daher die Überprüfung von 200 Stoffen, deren Auswirkungen auf die Gesundheit bekannt sind. Die entsprechende deutsche Verordnung führt 33 Stoffe mit zugehörigen Grenzwerten an, die bei einer vollständigen Trinkwasseruntersuchung geprüft werden müssen. In der Schweiz werden regelmäßig 22 Substanzen und Keime überprüft. Das verwendete Indikatorprinzip erlaubt es, dadurch auch die Belastung mit verwandten Stoffen abzuschätzen. So steht

z. B. das Bakterium *Escherichia coli* für alle Fäkalkeime. Verantwortlich für die regelmäßige Kontrolle der Wasserqualität sind in Deutschland die Gesundheitsämter und in der Schweiz die kantonalen Laboratorien.

Internet-Ressourcen

Auf unserer Lehrbuch-Homepage (www.public-health-kompakt.de) finden Sie Links zu weiterführender Literatur sowie zu anderen themenrelevanten Internet-Ressourcen (so z. B. aus der Schweiz eine umfassende Dokumentation zum Thema Trinkwasser und vom deutschen Umweltbundesamt Aktuelles aus dem Themenbereich Wasser, Trinkwasser und Gewässerschutz).

5.2 Luft

Nino Künzli, Barbara Hoffmann

Durch Menschen hervorgerufene (anthropogene) Luftverschmutzung gibt es bereits seit der Zeit, als der Mensch erstmals lernte, Feuer gezielt für seine Zwecke einzusetzen. Seither hat er auf vielfältige Weise die Zusammensetzung der ihn umgebenden Luft verändert. Die dadurch entstandene Luftverschmutzung kann bei den betroffenen Menschen zu gesundheitlichen Schäden führen. Luftverschmutzung trägt darüber hinaus aber auch zur Klimaerwärmung bei und beeinträchtigt unsere Umwelt auf vielfältige Weise.

In diesem Abschnitt definieren wir zuerst den Begriff der Luftverschmutzung, wir betrachten die wichtigsten Schadstoffquellen und gehen anschließend auf die gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung ein. Zum Schluss erörtern wir, welche *präventiven Maßnahmen* zum Schutz der Gesundheit vor Luftschadstoffen getroffen werden können.

Schweizerische Lernziele: CPH 42–44

5.2.1 Schadstoffe und ihre Quellen – Emissionen und Immissionen

Luftverschmutzung entsteht durch eine Veränderung der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch zusätzlichen Rauch, Ruß oder Staub bzw. zusätzliche Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe. Die Schadstoffe stammen entweder aus direkten Quellen – man spricht dann von *Emissionen* oder *Primärschadstoffen* – oder entstehen aus Vorläufersubstanzen (*Sekundärschadstoffe*).

Heutzutage sind Verbrennungsprozesse in Industrie, Haushalt und Verkehr die bedeutendsten Quellen für Schadstoffe in der Außenluft. Abb. 5.2 zeigt, welche Anteile die verschiedenen Emissionsquellen an den Gesamtemissionen der wichtigsten Luftschadstoffe haben. In den großen Ballungsgebieten der Erde stellt der zunehmende Straßenverkehr ein erhebliches Problem für die Luftqualität dar. Durch Infiltration und Ventilation gelangen diese Schadstoffe auch in Innenräume. Dort können Verbrennungsprozesse (z. B. Zigarettenrauchen, Kochen und Heizen) sowie die Abgabe von Schadstoffen durch Baumaterialien, Möbel, Haushaltsmittel und Geräte zu einer zusätzlichen Schadstoffbelastung der Innenraumluft führen.

Eine bedeutende Quelle der Innenraumschadstoffbelastung ist der Tabakrauch. Der von Rauchern ausgeatmete Tabakrauch wird zusammen mit dem Rauch, der von bren-